

Ю.В.ЛИР, д-р геол.-минерал. наук, профессор, *grmpi@spmi.ru*
И.Г.КИРЬЯКОВА, канд. геол.-минерал. наук, доцент, *grmpi@spmi.ru*
Г.А.КИРЬЯКОВ, канд. геол.-минерал. наук, *g-kir@yandex.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный университет

Yu.V.LIR, Dr. in geol. & min. sc., professor, *grmpi@spmi.ru*
I.G.KIRJAKOVA, PhD in geol. & min. sc., associate professor, *grmpi@spmi.ru*
G.A.KIRJAKOV, PhD in geol. & min. sc., *g-kir@yandex.ru*
Saint Petersburg State Mining University

ОСОБЕННОСТИ ГЕОМЕТРИЗАЦИИ КОНЦЕНТРАЦИОННЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В ОЛОВОРУДНЫХ ЖИЛЬНЫХ ТЕЛАХ

На примере оловорудных тел рассмотрены участки с различной степенью концентрации полезных компонентов. Предлагается рудные столбы и участки пониженных концентраций металла оценивать в рамках единого подхода, выделяя «концентрационные неоднородности» на основе метропроцента. При этом необходимо учитывать характер изменения поведения сместителя с глубиной в зависимости от типа тектонического нарушения.

Ключевые слова: месторождение олова, рудный столб, метропроцент, изоконцентра, рудоконтролирующее разрывное нарушение, искривление поверхности сместителя.

FEATURES OF GEOMETRIZATION OF CONCENTRATION HETEROGENEITY IN TIN LODE OREBODIES

On an example tin orebodies sites with various degree of concentration of useful components are considered. It is offered to consider ore columns and sites of the lowered concentration of metal within the limits of the uniform approach, allocating «concentration heterogeneity» on a basis meterpercent. Thus it is necessary to consider character of change of fault surface behaviour with depth depending on type of tectonic infringement.

Key words: tin deposit, ore shoot (bonanza), meterpercent, isoconcentrate (isopleth of content, isogram of content), ore control fault, curvature of a fault surface.

По сложившейся традиции рудные столбы на продольных проекциях рудных тел принято выделять в виде областей, ограниченных изолиниями повышенного содержания полезного компонента. При акцентировании изучения только на участках повышенной концентрации металла от внимания исследователей ускользает другая сторона явления – распределение участков с оруденением пониженного (вплоть до некондиционного) качества. Вместе с тем наличие участков, обладающих как повышенной, так и пониженной рудонасыщенностью отражает общую закономерность неоднородного распределения полезного компо-

нента. Представляется целесообразным рассматривать их в рамках единого подхода и ввести в употребление обобщающий термин концентрационные неоднородности, т.е. геометризованные области высокой (рудные столбы) и низкой рудонасыщенности.

Рудные столбы часто, хотя и не всегда, действительно имеют столбообразную форму и содержат существенно более богатые руды внутри рудных тел. В этом определении степень концентрации металла как ключевой характеристики рудного столба лишена реального содержания, так как не указан масштаб этого явления. Под определение рудного столба попадает, например,

гнездовое скопление зерен касситерита в шлифе. Очевидно, что помимо указания на интенсивность рудообразующего процесса, отражением которой является содержание металла в руде, необходимо установить величину рудной массы, на которую распространяется это содержание. В качестве такого экстенсивного показателя следует принять мощность рудного тела, и тогда в качестве обобщающей характеристики может быть принят метропроцент, т.е. произведение мощности рудного тела в метрах на содержание металла в процентах.

При проведении изоконцентрат используется прием линейной интерполяции, позволяющий представить изучаемый признак в виде топографической поверхности. Вместе с тем нередки случаи, когда в пределах ячейки сети отбора проб по одним и тем же данным изоконцентраты можно провести по-разному.

Принципиально важным при проведении изолиний метропроцента является как общее количество точек наблюдения и опробования, так и характер их распределения на продольной проекции рудного тела. Обычно вскрытие и прослеживание оловорудных жил осуществляется горизонтальными выработками на нескольких горизонтах с высотой этажа 40-60 м при минимальном количестве, а иногда и отсутствии восстающих. Располагая такой схемой размещения проб, геолог инстинктивно стремится объединить в контуре концентрационной неоднородности точки с определенным уровнем значения метропроцента, расположенные на смежных горизонтах друг над (под) другом. Это приводит к рисовке полей концентрационных неоднородностей в виде вертикальных или круто склонающихся областей, что далеко не всегда соответствует действительности. В качестве примера рассмотрим жилу № 2 месторождения Индустриального в Магаданской области (рис.1). По данным разведки создается впечатление, что наиболее продуктивное оруденение сосредоточено между вторым и третьим горизонтами и что рудные столбы представляют собой крутонаклонные ленты (рис.1, а). Между тем в результате эксплуатации уста-

новлено, что главный рудный столб, ориентированный практически горизонтально, залегает между третьим и четвертым горизонтами (рис.1, б). Многочисленные примеры подобного рода убедительно говорят о том, что объективное представление конфигурации концентрационных неоднородностей и определение их пространственной ориентации возможны только по данным эксплуатационного опробования, данные разведки в этом отношении явно недостаточны.

Тем не менее по данным разведки оловорудных жил можно определить основные черты размещения и ориентации концентрационных неоднородностей. Решение этой задачи должно опираться не на формальные приемы интерполяции данных замеров метропроцента, а на понимание роли основных факторов, влияющих на размещение руд с разной степенью продуктивности. В большинстве случаев материалы разведки с привлечением аналогий предоставляют такую возможность. Обратимся вновь к материалам по жиле № 2 Индустриального месторождения.

Наиболее интригующим моментом является субгоризонтальное расположение как отдельных рудных столбов, так и полей их сгущения – явление, вообще говоря, редкое в оловорудных жилах. Возможности его объяснения появляются с показом на продольной вертикальной проекции контуров фациальных разновидностей рудовмещающих гранитов.

Верхняя область скопления уникально богатых рудных столбов расположена в среднезернистых гранитах (рис.1, б). Такие же граниты вскрыты горными выработками на горизонтах 6 и 7, где в них залегает нижний ярус оруденения, сильно уступающий по масштабам и качеству верхнему.

Важную роль в размещении концентрационных неоднородностей играет форма поверхности рудолокализирующих разрывных нарушений, прежде всего, их волнистость. Характер рельефа поверхности зависит от способа возникновения (отрывы или сколы), условий деформации, свойств пересекаемой разрывом геологической среды.

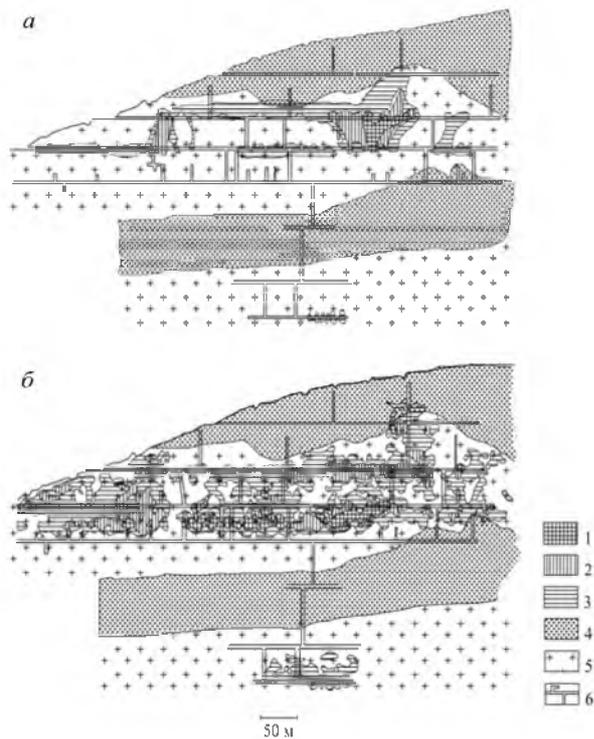


Рис.1. Изолинии содержания олова, построенные по данным разведки (а) и эксплуатации (б)

1-3 – содержание олова, %: 1 – > 15, 2 – 4-15, 3 – 0,4-4; 4 и 5 – мелко- и среднезернистые граниты соответственно; б – горные выработки

Пространственно искривленная форма поверхности разрывов скалывания является результатом объединения ранее возникших мелких нарушений, нередко расположенных кулисообразно [1]. На концах кулис возникают и растут сколовые трещины второго порядка, одни из которых направлены на соединение смежных кулис, другие отклоняются в противоположную сторону и после объединения кулис образуют так называемые трещины оперения [3]. В центральных, наиболее древних по времени возникновения, частях кулис концентрируются наиболее богатые руды, поскольку в касситерит-силикатно-сульфидных месторождениях наиболее продуктивными в отношении олова являются ранние стадии рудообразующего процесса.

Речь идет о подвижках, предшествующих продуктивным стадиям рудного процесса. Даже при неизменном направлении внешнего по отношению к деформируемому массиву усилия имеет место сложное пере-

распределение предельных напряжений внутри развивающейся зоны скалывания, что определяет разнообразие сочетаний кинематических типов смещений в пределах этой зоны. Изменения ориентации линий скольжения в разрывах скалывания коррелируется пространственными искривлениями поверхности сместителя. Если одна из осей главных нормальных напряжений вертикальна, то напряжения по этой оси увеличиваются сверху вниз [4]. Поэтому для образования сколов на глубине требуются большие напряжения и по другим осям, т.е. угол скалывания растет с глубиной (рис.2). Отсюда следует, что сместители сбросов с глубиной становятся более пологими, сместители взбросов – более крутыми, а сместители сдвигов с глубиной меняют простирание, причем их поверхность становится винтообразной. Такая особенность сколовых разрывов проявляется как на уровне отдельных кулис, так и жил в целом.

Такие особенности кинематики предрудных смещений и винтообразное искривление их поверхностей определяют размещение и ориентацию приоткрытых участков разрывов, в которых позднее локализируются рудные столбы [2].

Таким образом, рассмотрение геометрии концентрационных неоднородностей позволяет сформулировать следующие выводы.

1. Концентрационные неоднородности могут быть выделены и геометризованы на основе оценки значений метропроцента как показателя, характеризующего как интенсивность, так и экстенсивность процесса рудообразования.

2. Необходимый и достаточный объем информации по замерам метропроцентов для указанной цели может быть получен лишь на основе густой сети пунктов опробования, достижимой лишь на стадии эксплуатации.

3. К числу главных факторов, управляющих распределением металла в сфере рудообразования, относятся положение линий пересечения и скрещения рудоконтролирующих разрывов; наличие благоприятных для рудообразования элементов строе-

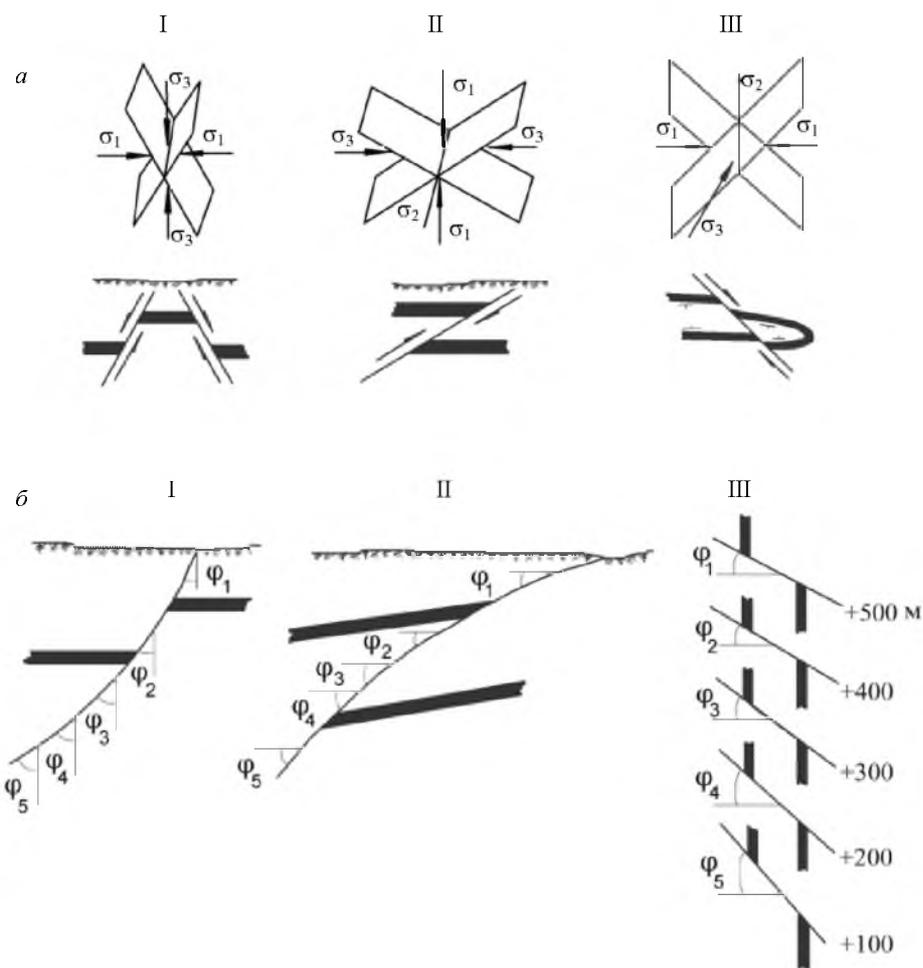


Рис.2. Возможные типы дизъюнктивов при определенной ориентировке осей главных нормальных напряжений (*a*) и изменение залегания сместителя с глубиной у различных типов дизъюнктивов (*б*)

I – сброс; II – взброс; III – сдвиг (в плане); σ_1 , σ_2 и σ_3 – оси главных нормальных напряжений

ния геологической среды (горизонтов осадочной толщи, магматических и метаморфических пород и др.); кулисообразное строение рудных жил; характер предрудных смещений вдоль рудолокализирующих зон скалывания в сочетании с искривлением поверхности сместителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гзовский М.В. Основы тектонофизики. М., 1975. 536 с.
2. Лир Ю.В. Вертикальная структурно-морфологическая зональность оловорудных жил // Записки Горного института. СПб, 1993. Т.137. С.57-69.
3. Лир Ю.В. Математическое моделирование напряжений на участке кулисообразных трещин / Ю.В.Лир,

С.С.Шакин // Изв. вузов. Геология и разведка. 1988. № 9. С.33-37.

4. Разрывные нарушения угльных пластов (по материалам шахтной геологии) / И.С.Гарбер, В.Е.Григорьев, Ю.Н.Дупак и др. Л.,1979. 190 с.

REFERENCES

1. Gzovsky M.V. Bases of tectonophysics. Moscow, 1975. 536 p.
2. Lir J.V. Vertical structural-morphological zonality of the tin veins // Proceedings of the Saint Petersburg mining institute. Saint Petersburg, 1993. Vol.137. P.57-69.
3. Lir J.V., Shakin S.S. Mathematical simulation of stresses in the section of the echelon-like cracks // Proceedings of Institute of Higher Education. Geology and the reconnaissance. 1988. N 9. P.33-37.
4. Faults of coal layers (based on materials mine geology) / I.S.Garber, V.E.Grigorjev, J.N.Dupak at al. Leningrad, 1979. 190 p.